

28. 5. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 5 7 8 4 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 5 7 8 4 1]

REC'D 15 JUL 2004

WIPO

PCT

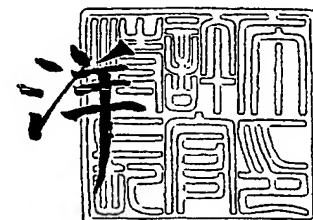
出 願 人 ヤンマー株式会社
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 189576

【提出日】 平成15年 6月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02M 25/06

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマー株式会社
内

【氏名】 西村 章広

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマー株式会社
内

【氏名】 原 道彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006781

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号

【氏名又は名称】 ヤンマー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100118625

【弁理士】

【氏名又は名称】 大島 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0306264

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディーゼル機関の排気ガス還流制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気通路と排気通路とを連通させる排気ガス還流通路を設けたディーゼル機関において、

前記吸気通路における排気ガス還流通路と合流する部分よりも上流側に第 1 温度センサを設け、

前記吸気通路における排気ガス還流通路と合流する部分よりも下流側に第 2 温度センサを設け、

機関負荷検出センサと機関回転数検出センサとを設け、

排気ガスと混合する前の吸気温度と、機関負荷及び機関回転数から一義的に定義される適正な排気ガス還流量に対応する前記第 2 温度センサ設置箇所における温度値と、を予め記憶した記憶手段を設け、

前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第 1 温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値と、前記第 2 温度センサで検出した検出値と、を比較し、かつ前記検出値が前記温度値から所定範囲内にある場合には還流排気ガス量が適正であると判定し、前記検出値が前記温度値から所定範囲内にない場合には還流排気ガス量が異常であると判定する判定手段を設けたことを特徴とするディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 2】 前記排気ガス還流通路を通過する排気ガス流量を調整可能な絞り弁を排気ガス還流通路に設け、前記絞り弁の開度を制御する制御手段を設け、前記制御手段で絞り弁の開度を制御することにより、吸気通路の前記排気ガス還流通路連通箇所より上流側の温度値に対応する吸気通路の前記排気ガス還流通路連通箇所より下流側の温度値が、予め設定した所定範囲内に収まるようにした、請求項 1 に記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 3】 前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第 1 温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値を時間的に平均化し、前記第 2 温度センサによる検出値の応答遅れを補正可能にした請求項 1 又は 2 に記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 4】 機関負荷又は機関回転数を急激に変化させる運転が行われるディーゼル機関において、前記判定手段は、機関負荷と機関回転数とが安定する時期にのみ還流排気ガス量の判定を実行するようになっている請求項 1 又は 2 に記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 5】 冷却水温度を検出する冷却水温度センサを設け、前記冷却水温度センサが検出した冷却水温度が所定温度に到達したことで暖機運転が完了したことを検出する検出手段を設け、暖機運転の終了後で且つ実稼動開始前、又は、実稼動終了後で且つ機関停止前のいずれかに前記判定手段により還流排気ガス量の判定を実行する、請求項 1 又は 2 に記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 6】 前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第 1 温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値と、前記第 2 温度センサで検出した検出値と、を比較し、前記検出値が前記温度値から所定範囲内にない場合に還流排気ガス量が異常であると判定手段が判定する際に、前記所定範囲のマージンを第 2 温度センサの検出値が高くなる側を検出値が低くなる側よりも小さく設定した請求項 1 に記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【請求項 7】 冷態時において、前記冷却水温度センサが検出した温度値で前記記憶手段に記憶した温度値を補正する補正手段を備えた請求項 1～3 のうちのいずれかに記載のディーゼル機関の排気ガス還流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スモークと NO_x の排出を抑制することができる排気還流式のディーゼル機関に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ディーゼル機関を取り巻く運転環境は、昨今規制が厳しくなりつつあり、その規制を満足する性能を備えたディーゼル機関の登場が望まれている。特許文献 1

の発明は、排気還流式の内燃機関に関するものである。特許文献1では、EGRガス量の減少に起因するNO_x排出量の増大を回避するために、所定量以上のEGRガス量を確保するように制御する技術が開示されている。ところで、特許文献1の発明は、その特許請求の範囲の請求項1に記載されているように、構成としてスロットルバルブが必ず設けられている内燃機関に関するものである。すなわち、内燃機関と記載されているものの、実施例ではガソリン機関を例に挙げて説明されており、第1図にはスロットルバルブが記載されている。したがって、特許文献1の発明で表現されている内燃機関の中には、ディーゼル機関は明らかに含まれていない。

【0003】

特許文献1で開示されているガソリン機関からはスモーク（スス）は排出されず、基本的にNO_xが排出されないように配慮すれば足りる。それに対してディーゼル機関では、EGRガス量が増加すると、NO_x量は減少するがスモークの排出量が増加する。したがって、ディーゼル機関においては、特許文献1の発明を適用しても、排気ガスの規制基準を守ることができない。

【0004】

排気還流式のディーゼル機関においては、EGRガス量を制御する際には、排出されるNO_x量とスモーク量の両方を同時に抑制することができる範囲内に調整する必要がある。

【0005】

【特許文献1】

特開昭63-134844号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明では、EGR率が所定範囲内に収まるように制御することにより排出されるNO_xとスモークの両方を同時に抑制することができるディーゼル機関の排気還流制御装置を提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため請求項1の発明では、吸気通路と排気通路とを連通させる排気ガス還流通路を設けたディーゼル機関において、前記吸気通路における排気ガス還流通路と合流する部分よりも上流側に第1温度センサを設け、前記吸気通路における排気ガス還流通路と合流する部分よりも下流側に第2温度センサを設け、機関負荷検出センサと機関回転数検出センサとを設け、排気ガスと混合する前の吸気温度と、機関負荷及び機関回転数から一義的に定義される適正な排気ガス還流量に対応する前記第2温度センサ設置箇所における温度値と、を予め記憶した記憶手段を設け、前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第1温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値と、前記第2温度センサで検出した検出値と、を比較し、かつ前記検出値が前記温度値から所定範囲内にある場合には還流排気ガス量が適正であると判定し、前記検出値が前記温度値から所定範囲内にない場合には還流排気ガス量が異常であると判定する判定手段を設けた。

請求項2の発明では請求項1の発明において、前記排気ガス還流通路を通過する排気ガス流量を調整可能な絞り弁を排気ガス還流通路に設け、前記絞り弁の開度を制御する制御手段を設け、前記制御手段で絞り弁の開度を制御することにより、吸気通路の前記排気ガス還流通路連通箇所より上流側の温度値に対応する吸気通路の前記排気ガス還流通路連通箇所より下流側の温度値が、予め設定した所定範囲内に収まるようにした。

請求項3の発明では請求項1又は2の発明において、前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第1温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値を時間的に平均化し、前記第2温度センサによる検出値の応答遅れを補正可能にした。

請求項4の発明では請求項1又は2の発明において、機関負荷又は機関回転数を急激に変化させる運転が行われるディーゼル機関において、前記判定手段は、機関負荷と機関回転数とが安定する時期にのみ還流排気ガス量の判定を実行するようになっている。

請求項5の発明では請求項1又は2の発明において、冷却水温度を検出する冷却水温度センサを設け、前記冷却水温度センサが検出した冷却水温度が所定温度

に到達したことで暖機運転が完了したことを検出する検出手段を設け、暖機運転の終了後で且つ実稼動開始前、又は、実稼動終了後で且つ機関停止前のいずれかに前記判定手段により還流排気ガス量の判定を実行する。

請求項 6 の発明では請求項 1 の発明において、前記機関負荷検出センサと機関回転数検出センサ及び第 1 温度センサから検出された検出値に対応する前記記憶手段に記憶した温度値と、前記第 2 温度センサで検出した検出値と、を比較し、前記検出値が前記温度値から所定範囲内にない場合に還流排気ガス量が異常であると判定手段が判定する際に、前記所定範囲のマージンを第 2 温度センサの検出値が高くなる側を検出値が低くなる側よりも小さく設定した。

請求項 7 の発明では請求項 1 ～ 3 のうちのいずれかの発明において、冷態時において、前記冷却水温度センサが検出した温度値で前記記憶手段に記憶した温度値を補正する補正手段を備えた。

【0008】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明（請求項 1 ～ 7 の各発明）を実施したディーゼル機関 100 の系統略図である。ディーゼル機関 100 には、途中に吸気フィルタ 10 を備え機関本体 1 内の燃焼室 17 に空気を供給する吸気通路 3 と、燃焼後の排気ガスを排出する排気通路 2 とが設けてある。排気通路 2 にはマフラー 15 が設けてある。

【0009】

図 1 に示すように、排気通路 2 の途中には排気還流通路 4 の一端が接続されており、排気還流通路 4 の他端は合流部 9 において吸気通路 3 と接続されている。この排気還流通路 4 には、電磁制御タイプの EGR 弁 5（絞り弁）が設けてある。EGR 弁 5 の開度を変更することにより合流部 9 で空気と混合する排気ガス（EGR ガス）の量を調整することができるようになっている。

【0010】

また、ディーゼル機関 100 には、燃焼室 17 に燃料を供給する燃料噴射ポンプ 16 が設けてある。この燃料噴射ポンプ 16 には、機関負荷検出センサ 6 が設けてある。フライホイール 18 には機関回転数検出センサ 7 が設けてある。さらに機関本体 1 には冷却水温度検出センサ 14 が設けてある。機関負荷検出センサ

6、機関回転数検出センサ7及び冷却水温度検出センサ14は、詳しくは後述する判定装置13とそれぞれ配線で接続されている。

【0011】

図1に示すように吸気通路3の吸気フィルタ10と合流部9の間には、第1温度センサ11が設けてある。また、吸気通路3の合流部9の下流側には、第2温度センサ12が設けてある。

【0012】

第1温度センサ11、第2温度センサ12、機関負荷検出センサ6、機関回転数検出センサ7及び冷却水温度検出センサ14で検出された各検出信号は、それぞれ配線を介して判定装置13に伝送される。判定装置13は入力された各検出信号に基づいてEGR制御装置8に指令を発し、EGR制御装置8はEGR弁5の開度を適正に調整するようになっている。

【0013】

判定装置13は、CPU20及びメモリ19（記憶手段）を備えている。機関負荷、機関回転数及び吸気フィルタ10と合流部9の間（第1温度センサ11の設置箇所）の吸気温度（以下、上流温度と呼ぶ）の組み合わせに対応する合流部9より下流側の吸気通路3内（第2温度センサ12の設置箇所）における適正な混合空気（EGRガスを含む吸気）の温度（以下、下流温度と呼ぶ）の適正値が予め実験で求めてある。これがマップとしてメモリ19に記憶されている。CPU20は、後述する様々な演算や判定を行う。以上でディーゼル機関100の排気ガス還流制御装置が構成されている。

【0014】

図2は、この機関負荷、機関回転数の変化に対応して変化する下流温度 T_2 の適正値（標準混合ガス温度 T_s ：後述）の一例と、上流温度 T_1 とを対比させたグラフである。この標準混合ガス温度 T_s は、ディーゼル機関100が正常である限り、前述の機関負荷、機関回転数の組み合わせによって一義的に決まるものである。

【0015】

図2において、標準状態における機関負荷、機関回転数から一義的に決まる混

合後の吸気温度を以下標準混合ガス温度 T_s と呼ぶ。この標準混合ガス温度 T_s を第1温度センサ11が検出した上流温度 T_1 で補正した下流温度の目標値を補正混合ガス温度 T_{mr} と呼ぶ。また、図1の合流部9より上流側の吸気通路3内の吸気温度を上流温度 T_1 、合流部9より下流側の吸気通路3内の吸気温度を下流温度 T_2 と呼ぶ。

【0016】

(請求項1の発明の実施例)

ディーゼル機関100を始動させ、機関負荷と機関回転数とが急激に変化しないとき(例えば、暖機運転が完了した後のアイドリング時)に、判定装置13は、第1温度センサ11で検出された排気ガス(EGRガス)と混合する前の吸気温度 T_1 と、機関負荷検出センサ6、機関回転数検出センサ7とでそれぞれ検出された機関負荷及び機関回転数の組み合わせに対応するメモリ19に記憶されたマップ上の温度範囲と、第2温度センサ12で検出した実際の下流温度 T_2 とを比較する。その際、下流温度の目標値を補正混合ガス温度 T_{mr} を上流温度 T_1 で補正(上流温度 T_1 が高くなるほど補正混合ガス温度 T_{mr} を高く補正し、逆に上流温度 T_1 が低くなるほど補正混合ガス温度 T_{mr} を低く補正)し、補正後の補正混合ガス温度 T_{mr} を下流温度 T_2 と比較するのが好ましい。

【0017】

仮に、下流温度 T_2 がマップ上の温度範囲内にあれば、EGRガス量は適正であると判定装置13は判定する。逆に、下流温度 T_2 が、マップ上の温度範囲より小さい場合はEGRガス量が不足しており、マップ上の温度範囲より大きい場合はEGRガス量が過剰であると判定装置13は判定する。その際には例えば、警報ランプを点灯させたり、ブザーを鳴らすことにより、オペレータに異常を知らせるようにするのが好ましい。また、このようなとき、ディーゼル機関100の用途によっては、ディーゼル機関100を停止させるようにしてもよい。

【0018】

(請求項2の発明の実施例)

請求項1の発明の実施例において、EGRガス量が少ない(EGR率が低い)と判定装置13が判定した際には、判定装置13はEGRガス量が適量となるよ

うにEGR制御弁8に対してEGR弁5の開度を大きくする(EGR率を高くする)ように指令を出す。

【0019】

逆にEGRガス量が多い(EGR率が高い)と判定装置13が判定した際には、判定装置13はEGRガス量が適量となるようにEGR制御弁8に対してEGR弁5の開度を小さくする(EGR率を低くする)ように指令を出す。このようにしてEGR弁5の開度が調整され、EGRガス量は適量となる。

【0020】

EGR率は機関負荷と機関回転数で一義的に定義されるが、これに第1温度センサ11で検出された上流温度 T_1 を加味することにより下流温度も一義的に決定される。そして、上流温度 T_1 が上昇すると排気温度(EGRガス温度)も上昇し、その結果、第2温度センサ12が検出する下流温度 T_2 も上昇する。

【0021】

そのため、第2温度センサ12で検出される下流温度 T_2 と比較される正常な状態の下流温度(標準混合ガス温度 T_s)は、例えば次式(1)で補正する必要がある。この式(1)により、適正なEGR率を確保することができる。

【式1】

$$T_{mr} = T_s + \frac{T_1 - T_0}{293} \times T_{ex} \times EGR \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 T_{mr} :補正混合ガス温度、 T_s :標準混合ガス温度、

T_1 :上流温度、 T_0 :基準吸気温度(K)、

T_{ex} :基準排気温度(K)、EGR:EGR率

【0022】

仮に上流温度 T_1 が図2に示すように変化すると、それに追従して下流温度 T_2 も変化する。上流温度 T_1 が基準温度近傍を変位しているのに対し、下流温度 T_2 は、様々な理由で許容範囲を外れる。

【0023】

図2に示すように時刻 t_A における下流温度 T_2 は、吸気温度 T_1 の影響を受けて、正常状態であるにも関わらず、標準混合ガス温度 T_s に基づく許容範囲を逸

脱している。その一方で時刻 t_A における下流温度 T_2 は、吸気温度 T_1 で補正された補正混合ガス温度 T_{mr} に基づく適正範囲内にはあり、異常ではない。その後、時刻 t_B に至ると、フィルタの目詰まりやマフラーの詰まりにより EGR ガス量が増え（EGR 率が上がり）、時刻 t_B における下流温度 T_2 は、補正混合ガス温度 T_{mr} に基づく適正範囲からも外れ、時刻 t_B における下流温度 T_2 は異常であると判定装置 13 は判定する。

【0024】

標準混合ガス温度 T_s は、予め実験で求められているが、また、標準混合ガス温度 T_s は機関負荷と機関回転数から一義的に決まるものである。さらに標準混合ガス温度 T_s は、吸気温度（上流温度 T_1 ）の変化に追従して変化する。この関係は、上述の式（1）としてメモリ 19 に予め記憶してある。

【0025】

仮に上流温度 T_1 が変化した場合、EGR ガス量が正常な場合の実測した下流温度 T_2 は、2つの細線で挟まれた領域内（適正範囲）を推移する。逆に、この下流温度 T_2 が2つの細線の間から逸脱すると、EGR ガス量が異常であると判定することができる。

【0026】

図3は、第2温度センサ12が実測した下流温度 T_2 の変化と、マップ上の下流温度の適正值である補正混合ガス温度 T_{mr} とを比較したグラフである。図3では、補正混合ガス温度 T_{mr} を中心として、下流温度の適正範囲の上限と下限とが設定されている。何らかの不具合が発生し、下流温度 T_2 が適正範囲を外れた際には、判定装置13はEGR弁5の開度を補正して、下流温度 T_2 が適正範囲内に収まるようにする。

【0027】

図4は、EGR弁5の開度と機関負荷の関係を示すグラフである。下流温度 T_2 が適正範囲から外れている場合には、例えば式（1）により図4に示すようにマップ自体を基準値からシフトさせるのが有効である。また、グラフの傾き（係数）を変更して補正することもできる。

【0028】

EGR弁5の開度が正常でない場合には、開度の一定量補正であるマップシフトが有効である。吸気フィルタ10やマフラー15の詰まりによる差圧変化に対しては、グラフの直線の傾きを変更するのが効果的である。

【0029】

(請求項3の発明の実施例)

温度センサは、それ自体が熱容量をもっているために、どうしても応答遅れが生じてしまう。請求項3の発明では、請求項1、2の発明を実施した際の、第2温度センサ12の応答遅れに対処する。

【0030】

第2温度センサ12が検出した下流温度 T_2 が、機関負荷や機関回転数の急激な変化に追従できないために一時的に補正混合ガス温度 T_{mr} との差が大きくなった場合、判定装置13は、その都度EGR制御装置8に対してEGR弁5の開度マップを補正する旨の指示を出し、燃焼が不安定になる恐れがある。つまり、判定装置13が第2温度センサ12の検出信号に基いて忠実に判定を行うと、実際にはすでに適正なEGRガス量になっているところにEGRガス量が異常であるという信号が入力されてEGR弁5の開度を変更され、さらに燃焼を悪化させてスモークや NO_x を排出してしまうことが考えられる。

【0031】

このような事態を回避し、燃焼が安定するように以下で説明する前進移動平均法を採用するのが好ましい。前進移動平均法とは、機関負荷検出センサ6、機関回転数検出センサ7で検出された検出値の例えば過去4回の値(計算値) $A_1 \sim A_4$ と、今回の実測値 B_5 とを式(2)に代入して計算値 A_5 を得て、この計算値 A_5 を実測値 B_5 の代わりに採用するものである。

【式2】

$$A_5 = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + B_5) / 5 \cdots \cdots (2)$$

同様に A_6 は、次式(3)で算出される。

【式 3】

$$A6 = (A2 + A3 + A4 + A5 + B6) / 5 \cdots \cdots (3)$$

【0032】

このようにして算出された計算値 $A1 \sim AX$ は、実測値 $B1 \sim BX$ と比較して変動幅が少なくなる。その上、この変動の少ない計算値 $A1 \sim AX$ を実測値 $B1 \sim BX$ の代わりに判定装置 13 で判定する信号として採用すると、ディーゼル機関 100 の燃焼が安定し、たとえ実測値 $B1 \sim BX$ の方が適正範囲を外れていても、計算値 $A1 \sim AX$ は適正範囲内にあり、 NO_X とスモークの排出を同時に良好に低減することができる。

【0033】

図 5 は負荷変動に対する下流温度 T_2 の変化を示すグラフである。第 2 温度センサ 12 自身が熱容量を有しているために、機関負荷（機関回転数も同様）が急変したとき、第 2 温度センサ 12 の出力値（下流温度 T_2 ）は、図 5 に示すように遅れて徐々に追従する。

【0034】

このように実際の EGR ガス量と第 2 温度センサ 12 による温度検出とがリアルタイムに対応しないことによる不具合は、上述の前進移動平均法で変動幅を抑制した機関回転数検出信号と機関負荷検出信号から補正混合ガス温度 T_{mr} を算出することで解消することができる。その他、判定装置 13 に入力される機関負荷検出信号や機関回転数検出信号を用いて算出された補正混合ガス温度 T_{mr} を同様に平均化し、変動幅を抑制するようにしても応答遅れによる不具合を解消することができる。

【0035】

また、ディーゼル機関 100 の運転形態によっては、EGR 弁 5 の動作を緩慢にしても燃焼を安定化させる効果を奏する。さらに、第 2 温度センサ 12 の出力が機関負荷検出信号や機関回転数検出信号の出力よりも（例えば 1 秒）必ず遅れるものと仮定して、図 5 において符号 D で示すように所定時間（例えば 1 秒）送らせるだけでも実際の温度と検出した温度の差を小さくすることができる。

【0036】

(請求項4の発明の実施例)

吸気フィルタ10が目詰まりしたり、マフラー15に異物が詰まると、EGR弁5の開度が適正であったとしても、空気とEGRガスの混合比率(EGR率)が変化してしまう。したがって、吸気フィルタ10やマフラー15が清浄状態であるか否かがディーゼル機関100の燃焼に悪影響を及ぼすことがある。

【0037】

また、吸気フィルタ10やマフラー15の劣化は、ゆっくりと進行するため、常時監視する必要はない。このような場合には、アイドル運転時等の比較的燃焼が安定しているときに判定装置13による判定を行うようにする。特に自動車用のディーゼル機関は、運転状態が急激に変動(負荷変動)し易い。

【0038】

そのため、通常の運転時には判定を行わず、燃焼が安定しているときにのみ判定する。このようにすると、通常運転時においても下流温度 T_2 (EGRガス量)は、適正範囲から大きく外れることがなく、負荷変動や回転変動の大きな用途のディーゼル機関100においても NO_x とスモークの排出を低減することができる。

【0039】

図6は、機関負荷の変動と下流温度とを対比させたグラフである。図6では、時刻 t 以降において負荷変動が小さくなっている。したがって、時刻 t から時間 t_1 の間、各センサによる検出を行い、これに基づいて判定装置13による判定を行うようにする。

【0040】

(請求項5の発明の実施例)

冷態時(暖機運転中等の機関温度が低いとき)は、各センサは正常な検出を行にくい。そのようなときに、例えばEGR弁5の開度を変更したりすると、却って適正值を外すことになりかねない。そこで、以下のように冷態時以外で且つ燃焼が安定している時期に判定装置13による判定を行うようにする。

【0041】

判定装置 13 (図 1) は、暖機運転完了の検出機能を備えており、冷却水温度センサ 14 から入力された信号により、ディーゼル機関 100 が暖機運転を終了したことを認識する。暖機運転が完了したと判定装置 13 が認識すると、さらに判定装置 13 は通常運転を開始する前に各検出センサから検出信号を受け取り EGR ガス量が適正か否かを判定する。

【0042】

上記の例では、暖機運転が完了した直後のアイドル運転時に判定を行う例を示したが、ディーゼル機関 100 の運転が終了し、ディーゼル機関 100 を停止させる前に判定するようにしてもよい。

【0043】

(請求項 6 の発明の実施例)

図 7 は、異なる EGR 率毎の軸平均有効圧力と機関回転数の関係を示すグラフである。また、図 8 は排気ガス中に含まれる許容スモーク量と許容 NO_x 量で限定される排ガス規制許容範囲と、ディーゼル機関 100 の EGR 率の関係を示すグラフである。

【0044】

図 1 の機関負荷検出センサ 6、機関回転数検出センサ 7 及び第 1 温度センサ 11 で検出した機関負荷、機関回転数及び上流温度 T_1 に対応するメモリ 19 に記憶したマップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} が、第 2 温度センサ 12 が検出した実際の下流温度 T_2 に対して所定温度 (例えば 30℃) 以上外れた場合には、警報ランプを点灯させたり警報ブザーを鳴らして、ディーゼル機関 100 に異常があることを喚起する。

【0045】

EGR 率が高くなるほど高温の EGR ガス量が増えるので、吸気温度は高くなる。また、図 8 に示すように EGR 率が高くなるほどスモークの排出量が多くなる。

【0046】

EGR 弁 5 の誤作動 (開き過ぎ) によって EGR ガス量が増大した場合には、EGR 率は排ガス規制許容範囲領域 (図 8 においてハッチングを施した領域) 内

をEGR曲線Aのように推移する。一方、吸気フィルタ10やマフラー15の詰まりによって空気圧とEGRガス圧の圧力バランスが崩れることにより、EGR率が増大することがある。その際には、ディーゼル機関100の吸気量そのものが減少し、結果として酸欠状態になる。このときEGR率はEGR曲線Bのように推移して、EGR曲線Aよりも早期に排ガス許容範囲領域を外れ、急激にスモークが悪化する。

【0047】

そのため、EGR率が増大する側、つまり下流温度 T_2 が標準混合ガス温度 T_{mr} よりも高くなる側には、判定レベル（マージン）を厳しくする必要がある。厳しくする度合いは、機関負荷によって異なるが、機関負荷が高い運転領域（定格の50%～100%程度）ではEGR率減少側の50%程度に設定し、また、機関負荷が低い運転領域（定格の50%以下程度）では、概ねEGR率減少側の80%程度に設定するのが好ましい。

【0048】

例えば、機関負荷が高い運転領域においては、EGR率減少側（EGRガス量が不足する側）でマップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} よりも第2温度センサ12で実測された下流温度 T_2 が30℃以上低ければEGR異常と判定する場合に、EGR率増加側（EGRガス量過剰側）ではマップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} よりも第2温度センサ12で実測された下流温度 T_2 が15℃以上高くなればEGR異常であると判定装置13が判定するように設定しておく。

【0049】

逆に、機関負荷が低い運転領域においては、EGR率減少側でマップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} よりも第2温度センサ12で実測された下流温度 T_2 が30℃以上低ければEGR異常であると判定する場合に、EGR率増加側ではマップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} よりも第2温度センサ12で実測された下流温度 T_2 が24℃以上高くなればEGR異常であると判定装置13が判定するように設定しておく。

【0050】

このように下流温度 T_2 が標準混合ガス温度 T_s から所定温度以上に外れた場

合には、判定装置 13 は異常事態であると判定し、例えば警報を発するようにしたり、ディーゼル機関 100 を停止させるなどの処置を講ずる。その結果、スモークと NO_x の両方の排出を抑制することができる。

【0051】

(請求項 7 の発明の実施例)

図 9 は、補正混合ガス温度 T_{mr} を冷却水温度を考慮してさらに補正したグラフである。前述の式 (1) において冷却水温度を考慮すると式 (4) (補正手段) となる。

【式 4】

$$T_{mr} = T_s + (T_1 - T_0) \times \{T_{ex} - a_1 \times (T_{w0} - T_w)\} \times \frac{EGR}{293} \quad \dots (4)$$

ここで T_0 : 基準吸気温度 (K)、 T_{ex} : 基準排気温度 (K)、

T_{w0} : 基準冷却水温度、 T_w : 現在の冷却水温度、

a_1 : 冷却水温度の影響係数 (エンジンによるが、例えば 0.3~0.5)

【0052】

ディーゼル機関 100 が、作業機用である場合は、機関負荷・機関回転数の変動が激しく、図 6 に示すような安定した領域は、エンジン始動直後の暖機運転時に限られるものが多い。

【0053】

暖機運転中は各部品の温度が低く、EGR ガスの放熱量が多くなるため EGR ガス温度は低くなる。この影響を式 (4) により考慮すると、暖機運転中であっても正確に EGR ガス量の判定を行うことができる。

【0054】

冷態時には、マップ上の補正混合ガス温度 T_{mr} と実測した下流温度 T_2 は、必ずずれるものであると仮定し、式 (1) を採用せず式 (4) を採用して補正混合ガス温度 T_{mr} を算出する。

【0055】

排気ガスの温度は、機関負荷及び機関回転数により一義的に決まるものである。ところが、排気ガス (EGR ガス) が流れる途中の通路の温度が低いと、熱が

通路部材に奪われてしまい、EGRガスの温度が低下してしまう。低下したEGRガス温度を基準にEGR弁5の開度を設定すると、正確な判定を行うことができない。

【0056】

そこで請求項7の発明では、冷却水温度の上昇の仕方をモニタすることにより暖機運転中であるか否かを判定するようにした。排気ガス（EGRガス）の熱を奪った通路部材の温度が上昇すると、冷却水温度も上昇する。例えば、もともと300℃であったEGRガスが250℃まで低下したのか、又は200℃まで低下したのかを概ね予想することができる。それを式（4）に反映させ、判定装置13で演算するようにすれば、補正混合ガス温度 T_{mr} を適切に補正することができる。

【0057】

【発明の効果】

請求項1の発明では、ディーゼル機関100の運転状況を把握するために機関負荷検出センサ6と機関回転数検出センサ7とを設け、上流温度 T_1 と機関負荷及び機関回転数で一義的に定義される適正な排気ガス還流量に対応する下流温度を予め記憶した記憶手段を設け、さらに上流温度 T_1 を検出する第1温度センサ11と下流温度 T_2 を検出する第2温度センサ12とを設けて、記憶手段に記憶した運転状況に対応する温度値と、第2温度センサ12で検出した下流温度 T_2 とを比較し、両者の温度差が所定範囲内であるか否かを判定する判定装置13を設けたことにより、ディーゼル機関100のEGR率が正常であるか否かを判定することができるので、異常が検出されるまでは NO_X とスモークの両方の排出を抑制することができ、異常が検出されたときには運転を停止したり、警報を発して適切な対策を講じる切っ掛けをつかむことができる。

【0058】

請求項1の発明を実施することにより、吸気フィルタ10の目詰まりや、マフラー15のつまりによるEGR率の変動を認識することができ、メンテナンスを行う時期を適切に判断することができる。

【0059】

請求項 2 の発明では、排気還流通路 4 に EGR 弁 5 を設け、この EGR 弁 5 の開度を調整して下流温度 T_2 を適正な範囲内に入るように制御することにより、スモークや NO_x の排出量を抑制するように EGR 率を制御することができる。

【0060】

請求項 3 の発明では、第 2 温度センサ 12 の検出の遅れを考慮して、時間的な平均を用いた判定を行うことにより、判定装置 13 の誤判断を回避することができる。ディーゼル機関 100 の燃焼変動が小さくなり、スモークや NO_x の排出量を良好に抑制することができる。

【0061】

請求項 4 の発明では、機関負荷又は機関回転数を急激に変化させる運転が行われるディーゼル機関 100 において、機関負荷と機関回転数とが安定する時期にのみ判定装置 13 により還流排気ガス量の判定を行うようにしたので、ディーゼル機関 100 の通常運転時における燃焼変動を回避することができる。

【0062】

請求項 5 の発明では、冷却水温度を検出する冷却水温度センサ 14 により冷却水温度が所定温度に到達したことで暖機運転が完了したことを検出して、ディーゼル機関 100 の暖機が十分に行われてから判定装置 13 による判定を行うようにしたので、適切な判断が行いにくい冷態時における判定作業を回避し、燃焼変動を回避することができる。

【0063】

請求項 6 の発明では、第 2 温度センサ 12 で検出した検出値が、メモリ 19 に記憶したマップ上の温度値から所定範囲内でない場合に EGR ガス量が異常であると判定装置 13 が判定する際に、この所定範囲のマージンを第 2 温度センサ 12 の検出値が高くなる側を検出値が低くなる側よりも小さく設定することにより、スモークの排出を良好に抑制することができる。

【0064】

請求項 7 の発明では、冷態時において、冷却水温度センサ 14 が検出した温度値でメモリ 19（記憶手段）に記憶した温度値を補正する補正手段を備えたので、冷態時においても適切な EGR 率を確保することができ、スモークと NO_x の

排出量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を実施したディーゼル機関の系統略図である。

【図 2】 機関負荷、機関回転数の変化に対応して変化する下流温度 T_2 の適正值（標準混合ガス温度 T_s ）の一例と、上流温度 T_1 とを対比させたグラフである。

【図 3】 第 2 温度センサが実測した下流温度 T_2 の変化と、マップ上の下流温度の適正值である補正混合ガス温度 T_{mr} とを比較したグラフである。

【図 4】 EGR 弁の開度と機関負荷の関係を示すグラフである。

【図 5】 負荷変動に対する下流温度 T_2 の変化を示すグラフである。

【図 6】 機関負荷の変動と下流温度とを対比させたグラフである。

【図 7】 異なる EGR 率毎の軸平均有効圧力と機関回転数の関係を示すグラフである。

【図 8】 排気ガス中に含まれる許容スモーク量と許容 NO_x 量で限定される排ガス規制許容範囲と、ディーゼル機関の EGR 率の関係を示すグラフである。

【図 9】 補正混合ガス温度 T_{mr} を冷却水温度を考慮してさらに補正したグラフである。

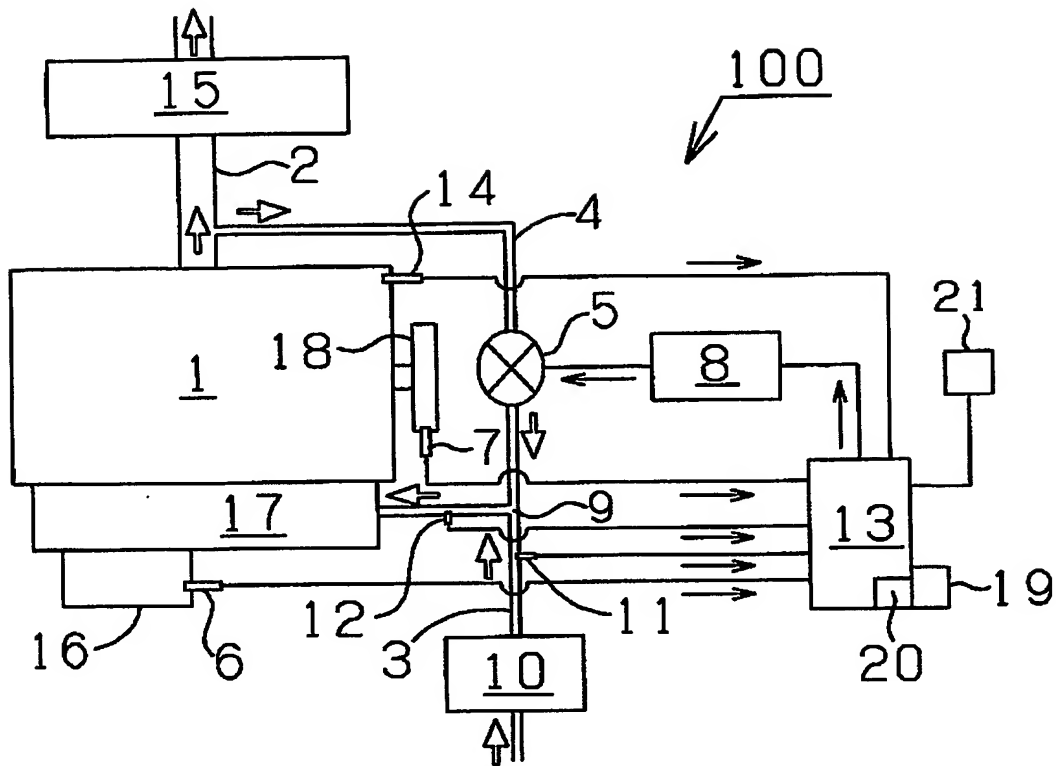
【符号の説明】

- 1 機関本体
- 2 排気通路
- 3 吸気通路
- 4 排気ガス還流通路
- 5 EGR 弁（絞り弁）
- 6 機関負荷検出センサ
- 7 機関回転数検出センサ
- 8 EGR 制御装置
- 9 合流部
- 10 吸気フィルタ

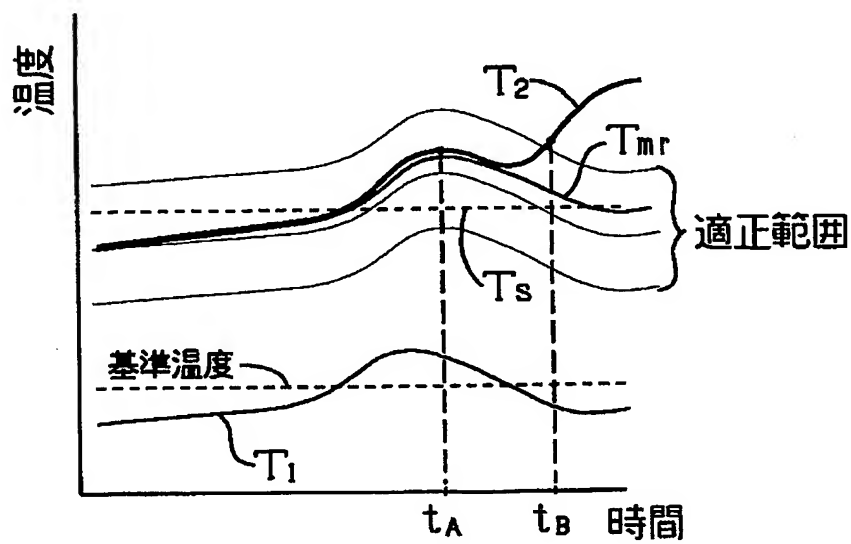
- 11 第1温度センサ
- 12 第2温度センサ
- 13 判定装置 (判定手段、暖機運転終了の検出手段)
- 14 冷却水温度センサ
- 15 マフラー
- 16 燃料噴射ポンプ
- 17 燃焼室
- 18 フライホイール
- 19 メモリ
- 20 CPU
- 21 警報装置

【書類名】 図面

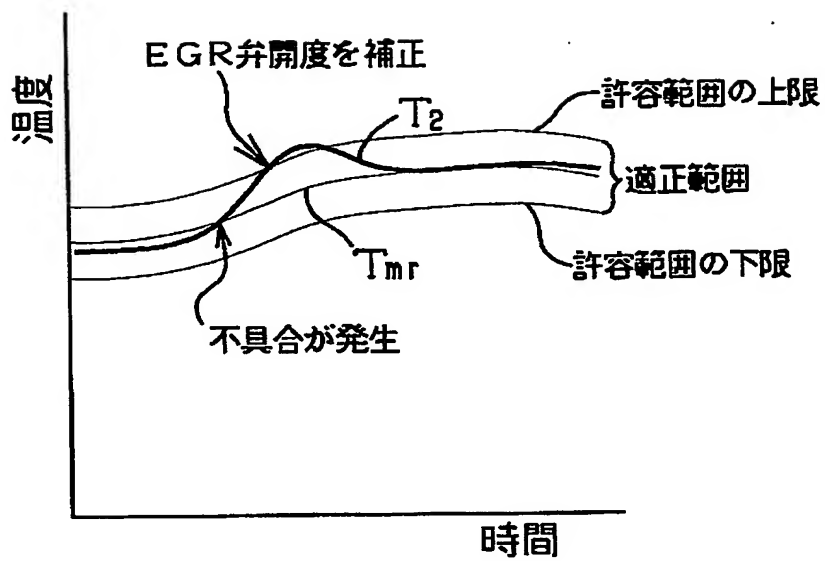
【図1】



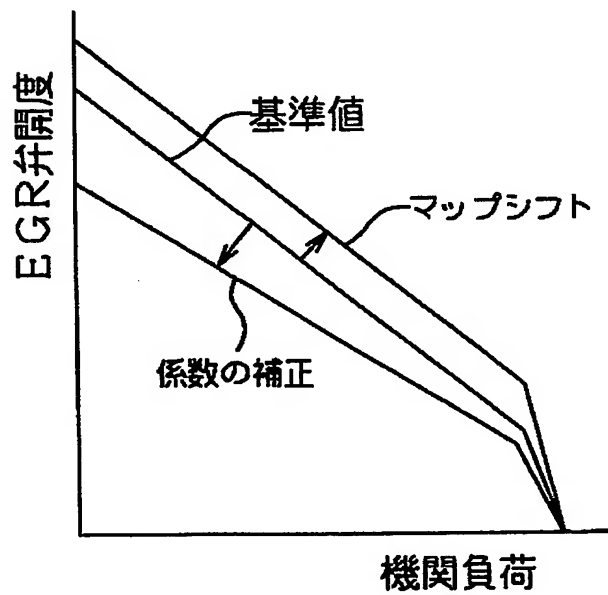
【図2】



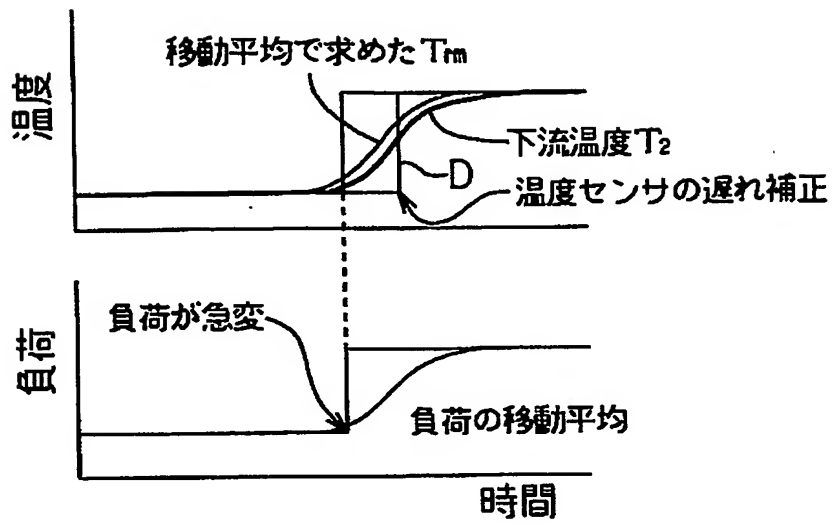
【図 3】



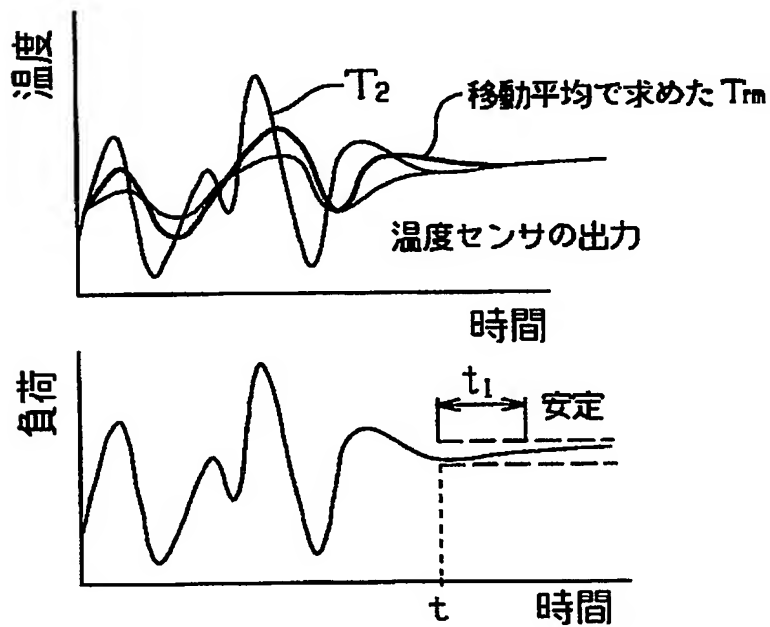
【図 4】



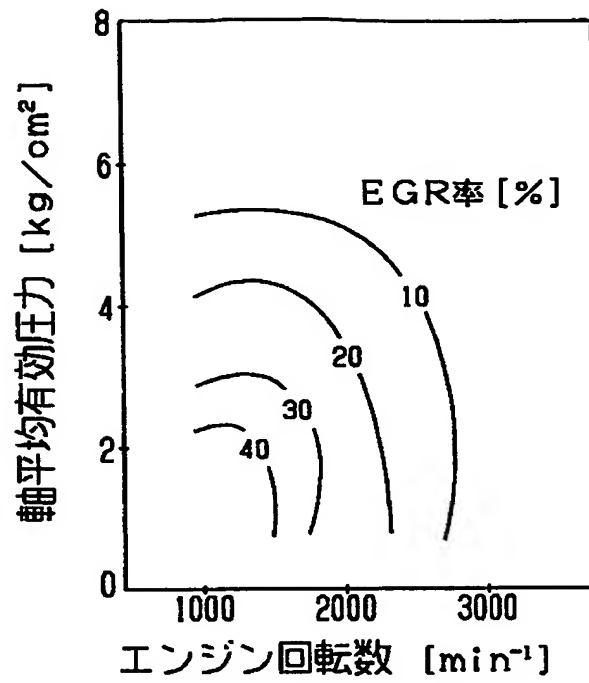
【図 5】



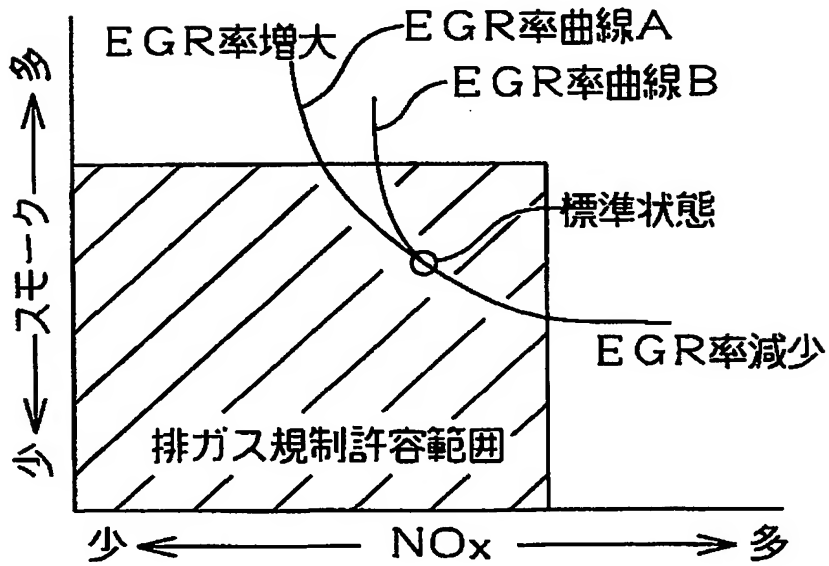
【図 6】



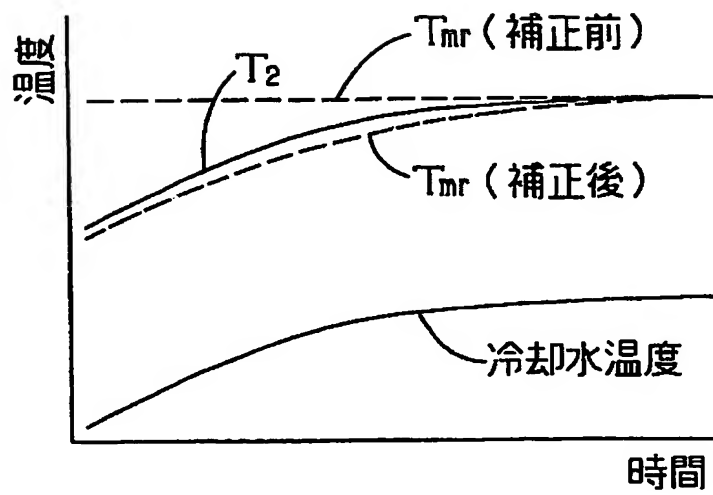
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排出される NO_x とスモークを抑制することができるディーゼル機関の排気還流制御装置を提供することである。

【解決手段】 吸気通路における排気ガス還流通路と合流する部分よりも上流側に第1温度センサを設け、下流側に第2温度センサを設け、機関負荷検出センサと機関回転数検出センサとを設け、排気ガスと混合する前の吸気温度と、機関負荷及び機関回転数から一義的に定義される適正な排気ガス還流量に対応する第2温度センサ設置箇所における温度値を予め記憶した記憶手段を設け、対応する記憶手段に記憶した温度値と第2温度センサで検出した検出値とを比較し、且つ検出値が温度値から所定範囲内にある場合には還流排気ガス量が適正であると判定し、検出値が温度値から所定範囲内にない場合には還流排気ガス量が異常であると判定する判定手段を設けた。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 5 7 8 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 7 8 1]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 2 年 9 月 2 4 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号
ヤンマー株式会社